

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-340741

(43)Date of publication of application : 27.11.2002

---

(51)Int.Cl. G01M 11/00  
G01B 11/16  
G01D 5/26  
G01L 1/24  
G01M 19/00  
G08C 15/06

---

(21)Application number : 2001-144144 (71)Applicant : MITSUBISHI HEAVY IND LTD  
HOKKAIDO SEKIYU KYODO  
BICHIKU KK

(22)Date of filing : 15.05.2001 (72)Inventor : TSUKANO MASAZUMI  
INOUE YOSHIKI  
INOUE KATSUAKI  
ECHIGO TAKEHIKO  
MINAMI YOSHIHIKO

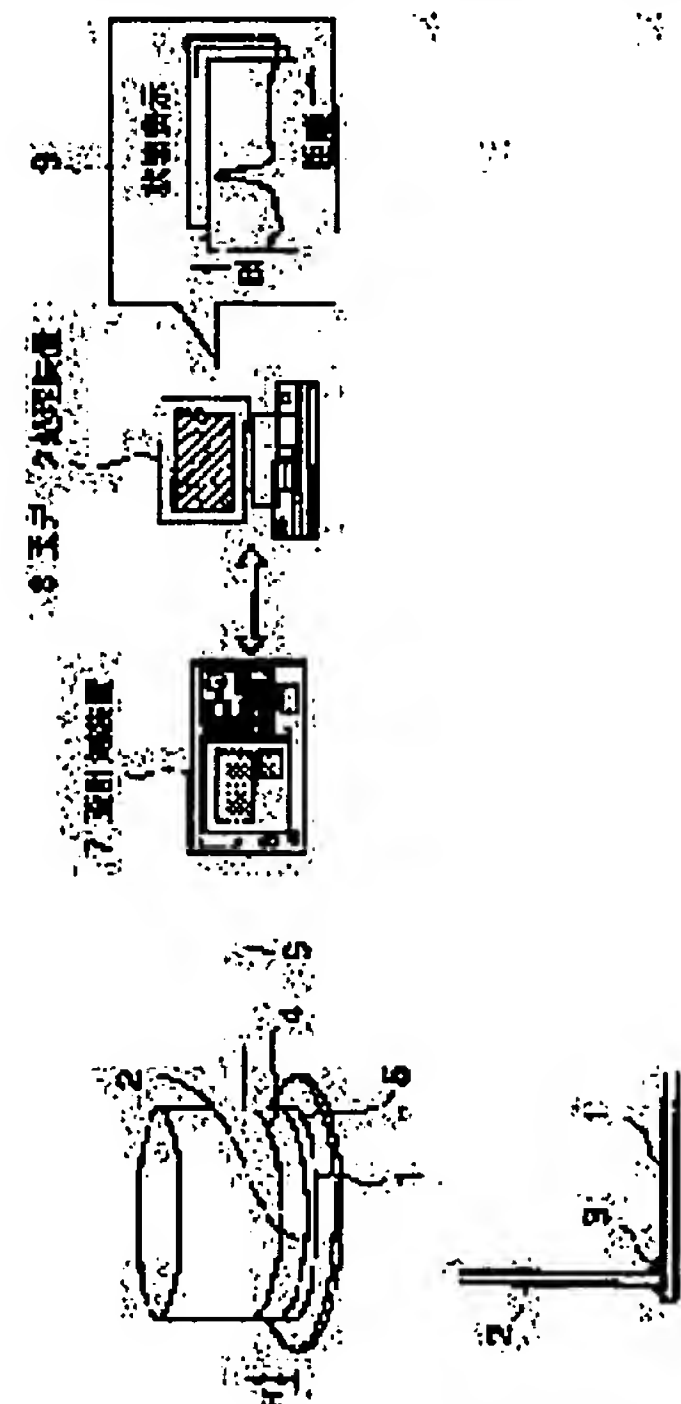
---

## (54) SYSTEM FOR PREDICTING DAMAGE TO STORAGE TANK USING OPTICAL FIBER

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a system for predicting a damage before reaching a serious one by monitoring the damaged state of a storage tank such as an oil tank.

SOLUTION: An optical fiber is laid over the entire periphery near the junction section of a side plate joined to the bottom end plate of a storage tank, and the entire periphery of an appropriate height position from the bottom end plate. A distortion-measuring apparatus for measuring the peripheral distortion in the side plate via the optical fiber and a distortion data-processing apparatus for processing data being measured by the distorting-measuring apparatus are provided. An



inclination angle from the peripheral distortion measurement value of the side plate near the junction section to the bottom end plate of the side plate at the junction section is estimated. And, the local plastic distortion value being generated at the junction section along with the peripheral distortion measurement value in the side plate at an appropriate height position from the bottom end plate, and the plastic distortion value being generated by buckling, the generation of cracks, the collapse of the lower foundation of the bottom end plate, the buckling of the side plate, and the like are monitored by the optical fiber used by the system for predicting damage in the storage tank.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-340741

(P2002-340741A)

(43) 公開日 平成14年11月27日 (2002. 11. 27)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	特許庁 (参考)
G 0 1 M 11/00		G 0 1 M 11/00	U 2 F 0 6 5
G 0 1 B 11/16		G 0 1 B 11/16	Z 2 F 0 7 3
G 0 1 D 5/26		G 0 1 D 5/26	D 2 F 1 0 3
G 0 1 L 1/24		G 0 1 L 1/24	A 2 G 0 2 4
G 0 1 M 19/00		G 0 1 M 19/00	Z 2 G 0 8 6
審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 7 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2001-144144 (P2001-144144)

(22) 出願日 平成13年5月15日 (2001. 5. 15)

(71) 出願人 000006208

三菱重工梁株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(71) 出願人 598038393

北海道石油共同備蓄株式会社

東京都新宿区西新宿五丁目1番14号

(72) 発明者 塚野 正純

長崎市飽の浦町1番1号 三菱重工業株式

会社長崎造船所内

(74) 代理人 100083024

弁理士 高橋 昌久 (外1名)

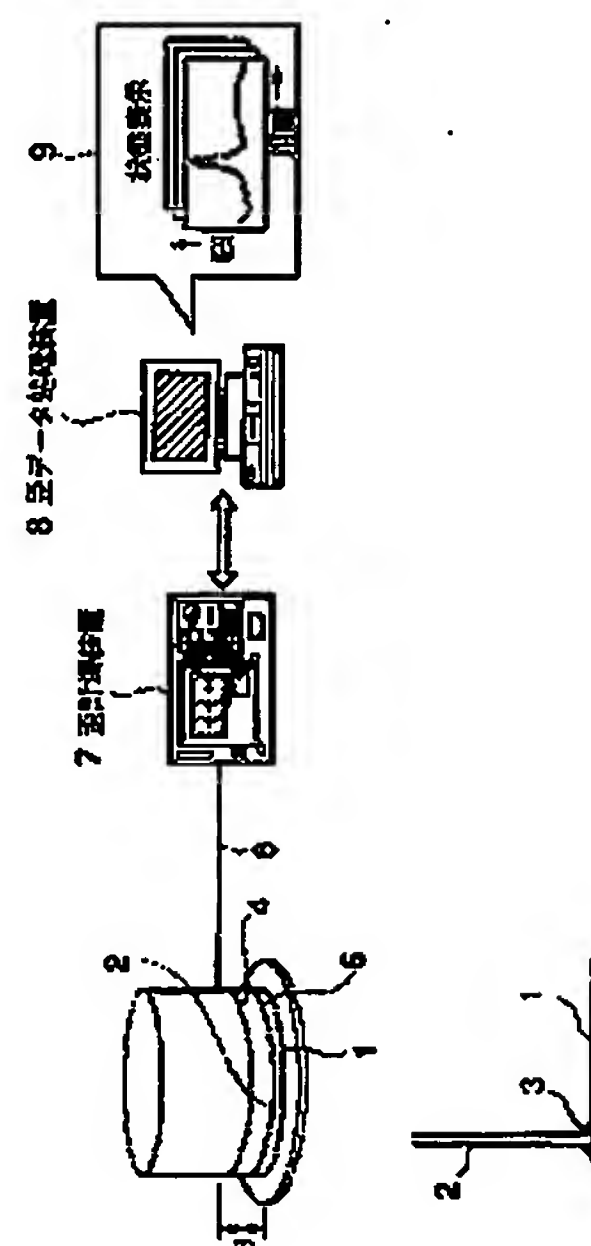
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ファイバを用いた貯蔵タンクの損傷予知システム

(57) 【要約】

【課題】 石油タンク等貯蔵タンクの損傷状態を監視し、重大損傷に至る前に予知できるシステムを提供する。

【解決手段】 貯蔵タンクの底端板に接合された側板の該接合部近傍の全周および前記底端板から適宜高さ位置の全周に亘って光ファイバを布設し、該光ファイバを介して前記側板の周方向歪を全周に亘って測定する歪計測装置と該歪計測装置により測定されたデータを処理する歪データ処理装置を具備し、前記接合部近傍の側板の周方向歪測定値から前記接合部における側板の前記底端板に対する傾斜角を推定し、前記底端板から適宜高さ位置における側板の周方向歪測定値、座屈により発生する塑性歪値と併せて前記接合部に発生する局部的塑性歪値、亀裂の発生、前記底端板下基礎の陥没、側板の座屈等を監視することを特徴とする光ファイバを用いた貯蔵タンクの損傷予知システムとする。



(2)

特開2002-340741

1

2

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 貯蔵タンクの底端板に接合された側板の該接合部近傍及び前記底端板から適宜高さ位置の全周に亘って光ファイバをリング状に布設し、該光ファイバを介して前記側板の周方向歪を全周に亘って測定する歪計測装置と該歪計測装置により測定されたデータを処理する歪データ処理装置を具備し、前記接合部近傍の側板の周方向歪測定値から前記接合部における側板の前記底端板に対する傾斜角を推定し、前記底端板から適宜高さ位置における側板の周方向歪測定値、座屈により発生する塑性歪値と併せて、前記接合部に発生する局部的塑性歪値、亀裂の発生、前記底端板下基礎の陥没等を監視することを特徴とする光ファイバを用いた貯蔵タンクの損傷予知システム。

【請求項2】 貯蔵タンクの底端板に接合された側板の該接合部近傍の全周に亘って光ファイバをリング状に布設し、該光ファイバを介して前記側板の周方向歪を全周に亘って測定する歪計測装置と該歪計測装置により測定されたデータを処理する歪データ処理装置を具備し、前記接合部近傍の側板の周方向歪測定値から前記接合部における側板の前記底端板に対する傾斜角を推定して前記接合部に発生する局部的塑性歪値、亀裂の発生等を監視することを特徴とする光ファイバを用いた貯蔵タンクの損傷予知システム。

【請求項3】 貯蔵タンクの底端板に接合された側板の前記底端板から適宜高さ位置の全周に亘って光ファイバをリング状に布設し、該光ファイバを介して前記側板の周方向歪を全周に亘って測定する歪計測装置と該歪計測装置により測定されたデータを処理する歪データ処理装置を具備し、前記適宜高さ位置における側板の周方向歪測定値を介して前記底端板下基礎の陥没位置及び陥没幅を間接的に検知することを特徴とする光ファイバを用いた貯蔵タンクの損傷予知システム。

【請求項4】 前記貯蔵タンクの底端板に接合された側板の前記底端板より適宜高さ位置を該底端板より5m未満の高さ位置とすることを特徴とする請求項1或は3に記載の光ファイバを用いた貯蔵タンクの損傷予知システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば地震等により石油タンク等の貯蔵タンクが損傷を受けた場合、損傷の程度及びその発生位置を検知し、重大損傷を予知できる光ファイバを用いた貯蔵タンクの損傷予知システムに関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、石油タンク等貯蔵タンクの保守点検や地震その他による損傷の有無は外観検査により行われている。また、本出願人による特願平11-235332には石油タンク側板の下部近傍全周に光ファイバを

軸方向に折り返しつつ連続して布設する方法が開示されている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】石油タンク等貯蔵タンクの外観検査では、目にみえるほどの異常がないと検知できず、貯蔵タンクがどのように傾き、どのような歪が発生しているかは検知できないのが実情であった。つまり、貯蔵タンクが目に見える程の損傷を受けてはいなくても、構造物としてなんらかの変化を受けているかも知れず、その内容、程度を検知することは不可能であった。損傷が予想される箇所に歪ゲージを貼付して歪を計測することは可能ではあるが、測定箇所は膨大とならざるを得ず、多大な労力と費用を要し、貯蔵タンク毎にそのような測定装置を配設することは現実的には不可能であった。

【0004】また、上記開示の光ファイバ布設方法は光ファイバを側板の軸方向に折り返しつつ布設して側板の軸方向の歪を測定するものであり、光ファイバを側板外周に沿って波状に布設する作業はやや複雑である。本発明は、上記問題点に鑑み、最近の光ファイバセンシング技術の著しい進歩によって可能となった長距離に亘る歪分布の測定方法を用い、石油タンク等貯蔵タンクの周囲に沿って光ファイバをリング状に布設して周方向歪を測定し、測定した歪によって貯蔵タンクの状態を監視し、重大損傷に至る前に予知できるシステムを提供することを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、貯蔵タンクの底端板に接合された側板の該接合部近傍の全周および前記底端板から適宜高さ位置の全周に亘って光ファイバをリング状に布設し、該光ファイバを介して前記側板の周方向歪を全周に亘って測定する歪計測装置と該歪計測装置により測定されたデータを処理する歪データ処理装置を具備し、前記接合部近傍の側板の周方向歪測定値から前記接合部における側板の前記底端板に対する傾斜角を推定し、前記底端板から適宜高さ位置に置ける側板の周方向歪測定値、座屈により発生する塑性歪値と併せて、前記接合部に発生する局部的塑性歪値、亀裂の発生、前記底端板下基礎の陥没等を推定し監視することを特徴とする光ファイバを用いた貯蔵タンクの損傷予知システムを提案する。

【0006】外部条件の変化、例えば石油の液面高さ、底端板基礎の陥没や沈下によって貯蔵タンクの側板に発生する周方向歪は、底端板と側板の接合部極近傍よりも底端板からある程度離れた高さ位置におけるほうが外部条件の変化に対する歪の変化が大きいことが、後述するように有限要素法による解析の結果明らかになった。したがって、外部条件の変化による歪変化が大きい高さ位置の歪変化を測定、監視することによって、外部条件の変化をより容易、正確に検知することができる。底端板



(3)

特開2002-340741

3

から適直高さ位置とはこの外部条件の変化による歪変化が大きい高さ位置のことをいう。

【0007】貯蔵タンクの底端板と側板の接合部の亀裂は、該亀裂がタンク内部に発生する場合、外側からの目視観察では発見できない。貯蔵タンク側板の底端板に対する傾き角と隅肉溶接接合部の側板周方向歪の関係を有限要素法によって解析した結果では、側板の傾き角変化に対する側板周方向の歪の変化は前記接合部において大きいので、該接合部近傍の側板周方向歪の測定値により底端板に対する側板の傾き角を推定するのがよい。該傾き角の初期状態からの変化量と亀裂発生との関係を実験により求めておき、前記推定傾き角より局部的塑性歪値、亀裂発生及びその発生位置と範囲を推定することができる。

【0008】したがって、外部条件の変化による側板周方向の歪変化が大きい底端板から或る高さ位置の側板の全周に亘って光ファイバをリング状に布設するとともに、前記接合部近傍の側板の全周に亘って光ファイバをリング状に布設することによって、タンク内の液面高さ、底端板下基礎の陥没位置と陥没幅、側板の座屈を検知してその変化を監視し、また、底端板に対する側板の傾き角を推定して、前記接合部に発生する局部的塑性歪値、亀裂の発生を推定することができる。なお、光ファイバは側板の全周にわたってリング状に布設されているので、周上の周方向歪が測定され、その位置も同定される。

【0009】また、例えば「10万KL貯油クラスの通常の石油タンク」の場合、前記接合部近傍の位置は歪発生レベルが大きい底端板から0.1m未満、例えば底端板から0.05mに、するのが適当である。外部条件変化に対する側板周方向の歪が大きい位置としては底端板から5m未満、例えば1.6mにするのが適当である。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明を図に示した実施例を用いて詳細に説明する。但し、この実施例に記載される寸法、材質、形状、その相対位置などは特に特定の記載がない限り、この発明の範囲をそれのみに限定する趣旨ではなく単なる説明例に過ぎない。図1は本発明の実施例に係わる光ファイバを用いた貯蔵タンクの損傷予知システムの構成を示す。

【0011】図1において、1は貯蔵タンクの底端板、2は側板であり、側板2は円筒形である。該側板2は前記底端板1に隅肉溶接接合3されている。前記側板2の外周には前記底端板1から高さHの位置に光ファイバ4がリング状に布設され、該光ファイバは延長されて前記底端板と側板の接合部近傍の側板外周にリング状に布設された光ファイバ5となっている。光ファイバはタンク側板の膨張・収縮を計測できるように若干の初期張力を与えて側板外周に接着剤で固定される。接着剤はシリコン系、エポキシ系等により、屋外の環境下において十分な

4

接着力を長期間に亘って保持できるようにすると共に太陽光及び雨等から光ファイバを保護するため接着剤のシリコンシーラントで光ファイバのタンク布設部を均一に覆う。6は側板2から歪計測装置7に接続される部分の光ファイバである。なお、請求項2は側板外周に光ファイバ5のみを布設する場合であり、請求項3は側板外周に光ファイバ4のみを布設する場合である。

【0012】前記歪計測装置7は歪分布測定機(BOTDR: Brillouin Optical Time Domain Reflectometer)で、光ファイバの一端からレーザー光パルスを入射し、それによって光ファイバ内で発生した自然ブリルアン後方散乱光を同一端で観察して散乱した部位の歪を測定するものである。光ファイバに光を入射すると入射光は光ファイバを構成する例えば石英ガラス等の分子等に衝突して散乱され、その一部が後方散乱光として入射端にもどってくる。

【0013】その後方散乱光の一つであるブリルアン散乱光のパワースペクトルの周波数が光ファイバに生じている歪に依存して変化することを利用するもので、このブリルアン周波数シフトを測定して歪を測定する。ブリルアン後方散乱光が入射端にもどってくるまでの時間によって散乱された位置が分り、次々ともどってくる散乱光を分析することにより光ファイバの各位置における歪を知ることができる。8は歪データ処理装置で、光ファイバの入射端からの距離に対応する歪を表示した状態表示9をアウトプットする。前記入射端からの距離から前記側板外周上の位置を同定することができる。

【0014】図2は側板外径82mの貯蔵タンクについて、石油液面高さと側板外周の周方向歪の関係を有限要素法によって計算した結果を示し、(A)は液面高さ3m程度について底端板からの側板外周の高さ位置と該位置における周方向歪を、(B)は底端板から0.05m及び1.6mの高さ位置における側板外周の周方向歪と液面高さとの関係を示したものである。なお、有限要素法による解析結果は実験結果とよく一致することが確かめられている。

【0015】図2(A)において、各液面高さについて、高さ位置の増大に伴って周方向歪は増大するが、ある高さで最大となり、それ以上の高さ位置では歪は減少し、液面高さの高さ位置で歪は零となる。液面高さ20.5mの場合、高さ位置13mを越えたところで歪が急激に低下している箇所が見られるのは、縮強リングの位置と一致しており、縮強リングによる拘束効果を示すものである。歪が最大となる高さ位置は液面高さによって異なるが、高さ位置を1.6mに選ぶと各液面高さについて比較的大きな歪が発生することが分る。

【0016】図2(B)において、底端板からの高さ位置が0.05mと1.6mの両位置とも周方向歪は液面高さに対して直線的に増大している。ただし、底端板から0.05mの高さ位置では液面高さが20.5mの場

(4)

特開2002-340741

5

合で歪は0.007%であり、歪の計測精度が0.02%歪であることから実際の計測は困難と考えられる。しかし、底端板から1.6mの高さ位置での周方向歪は液面高さ5mの場合で0.015%であり、以後1m当り0.0042%の歪が変化しているため、1.6mの高さ位置における側板の周方向歪を測定することにより、液面高さ5mからの液面監視が可能である。

【0017】石油満載時である液面高さ20.5mの場合、側板の周方向歪は底端板から3.5mの高さ位置で最大値0.113%であり、側板外径82mであるから、これは半径で45mmの変形に相当する。目視でこの程度の膨らみを確認することは可能であるが、それ以下になってくると難しいと言われている。したがって、本システムの本実施形態によって、目視では確認できない側板の膨らみを検出することができ、上記したように、液面高さ5mからの液面監視が可能である。

【0018】図3は、側板外径82mの石油満載の貯蔵タンクについて、側板から内側に0.5m、1.0m、1.75m、2.0mの幅で全周に亘って基礎が陥没（基礎抜け）した場合及び基礎抜けがない正常時について有限要素法により解析した結果を示すもので、(A)は各基礎抜け幅について底端板からの側板外径の高さ位置と該位置における周方向歪を、(B)は底端板から0.05m及び1.6mの側板外径高さ位置における周方向歪と基礎抜け幅との関係を示したものである。

【0019】図3(A)から、基礎抜け幅により周方向歪が異なるのは底端板から7m程度の高さ位置までであり、それ以上の高さ位置では周方向歪は基礎抜け幅には無関係であることが分る。そして基礎抜け幅によって周方向歪が大きく変化するのは底端板からの高さ位置が1~2m付近であることが分る。

【0020】図3(B)は、底端板からの高さ位置0.05m及び1.6mについて基礎抜け幅と周方向歪の関係を示すが、基礎陥没幅の広がり（基礎抜け幅の増大）とともに周方向歪は増大している。ただし、底端板から0.05mの高さ位置では基礎抜け幅2mの時、歪は0.022%であり、基礎抜けがない時の歪が0.007%であるから、基礎抜けがない時からの歪の変化量は0.015%である。したがって、計測精度0.02%歪を考えると、0.05m高さ位置における歪測定で陥没状況を予知するのは困難と考えられる。

【0021】一方、底端板から1.6mの高さ位置での歪は、基礎抜け幅2m時で0.135%であり、基礎抜けがない時の歪が0.088%であるから、基礎抜けがない時からの歪の変化量は0.047%歪である。したがって、1m以上の基礎抜け幅であれば、底端板から1.6m高さ位置における周方向歪を測定することによって基礎陥没の監視が可能である。なお、上記の有限要素法による解析は、基礎抜けは全周に亘るとした場合の解析結果であるが、陥没の長さが陥没幅（基礎抜け幅）

6

の4倍以上では陥没長さの中央での歪は全周陥没とした上記解析結果に一致するので、光ファイバで全周に亘っての歪変化を検出することにより陥没位置の同定も可能である。

【0022】貯蔵タンクの損傷として、底端板と側板の隅肉溶接接合部の亀裂が懸念されるが、タンク内部の亀裂は外観の目視観察では発見不可能である。底端板に対する側板の傾き角を変えて側板上の高さ位置と該位置における周方向歪との関係を、側板外径82mの石油満載の貯蔵タンクについて有限要素法により解析した結果、図示しないが、側板の傾き角によって周方向歪が異なるのは側板上の高さ位置7mまでであり、それ以上の高さ位置では周方向歪は側板上の高さ位置には無関係であった。そして側板の傾き角によって周方向歪が大きく変化するのは底端板からの高さ位置が1~2m付近であった。

【0023】図4は、側板外径82mの石油満載の貯蔵タンクについて、有限要素法で解析した、底端板に対する側板の傾き角と周方向歪との関係を、側板上の高さ位置0.05m及び1.6mについて示す。図で側板の傾き $\theta$ は、底端板と側板が直角の時が零で、+が外側への傾きを示し、-は内側への傾きを示す。底端板から1.6mの高さ位置における周方向歪の側板傾きに対する変化は0.05mの位置におけるそれよりも緩やかである。なお、石油満載によって側板は外側に約1°傾いている。

【0024】側板の傾き角に対する歪の変化が急である0.05m位置について見ると、傾き角22°の時に歪は0.21%であり、また、側板の内面側傾き角度では傾き角度-19°で歪は-0.09%である。傾き角度22°から傾き角度-19°までの歪の変化量は0.3%であるため、3°当り歪変化量は0.022%歪変化である。したがって、本システムの計測精度が0.02%歪であることを考慮すると、底端板より0.05m位置での周方向歪を測定することにより隅肉溶接部の局部的塑性歪を2°以上で監視が可能である。実験結果によれば、側板が無負荷状態から約13°傾くと溶接部にマイクロ亀裂が発生し、約23°傾くとマクロ亀裂が発生することが確認されているので、地震等により傾き角が大きく変化した場合、傾き角によって局部的塑性歪値、亀裂の発生やその発生位置と範囲を推定することができる。

【0025】以上詳述したように、貯蔵タンクの内液面高さ及び基礎陥没に対して側板の周方向歪の変化が大きい位置（側板外径82mの場合1.6m前後）の側板周囲に光ファイバをリング状に布設して周方向歪を全周に亘って測定すれば、半径方向変形が8.2mm（半径41m×計測精度0.02%）以上の監視が可能であり、また、タンク底端板下基礎の陥没については、陥没幅1m以上で陥没をその位置とともに検知できる。

(5)

特開2002-340741

7

8

【0026】さらに、底端板と側板の接合部近傍の側板周囲に光ファイバをリング状に布設して周方向歪を全局に亘って測定すれば、底端板に対する側板の傾きについて、傾き角度変化 $2^\circ$ 以上で検知することができ、前記接合部に発生する局部的塑性歪値、亀裂の発生及びその発生位置と範囲の監視が可能である。

【0027】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、石油備蓄タンク等貯蔵タンクの底端板と側板の接合部近傍及び底端板から適宜高さ位置の側板外周に光ファイバをリング状に布設して側板に発生する周方向歪を全局に亘って測定することによって、つぎのような効果が得られ、

【0028】(1) 貯蔵タンクの内液面高さ及び基礎陥没に対して側板の周方向歪の変化が大きい位置の側板全局に光ファイバをリング状に布設して周方向歪を全局に亘って測定することにより、タンク底端板下基礎の陥没を陥没幅1m以上で陥没位置とともに検知でき、また、タンクの座屈等による側板の膨張、収縮について半径方向変形が8.2mm以上の監視が可能である。

(2) 底端板と側板の接合部近傍の側板全局に光ファイバをリング状に布設して周方向歪を測定することにより、底端板に対する側板の傾きについて、傾き角度変化 $2^\circ$ 以上で検知することができ、前記接合部に発生する局部的塑性歪値、亀裂の発生及びその発生位置と範囲の監視が可能である。

\* (3) したがって、常時監視により貯蔵タンクの損傷の程度とその位置を把握することができるので、重大損傷に至る前に損傷を予知することができ、的確な対応処置をとることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施例に係わる光ファイバを用いた貯蔵タンクの損傷予知システムの構成図である。

【図2】 貯蔵タンク内の石油液面高さ、側板外周の高さ位置及び周方向歪の関係を有限要素法によって計算した結果を示すグラフである。

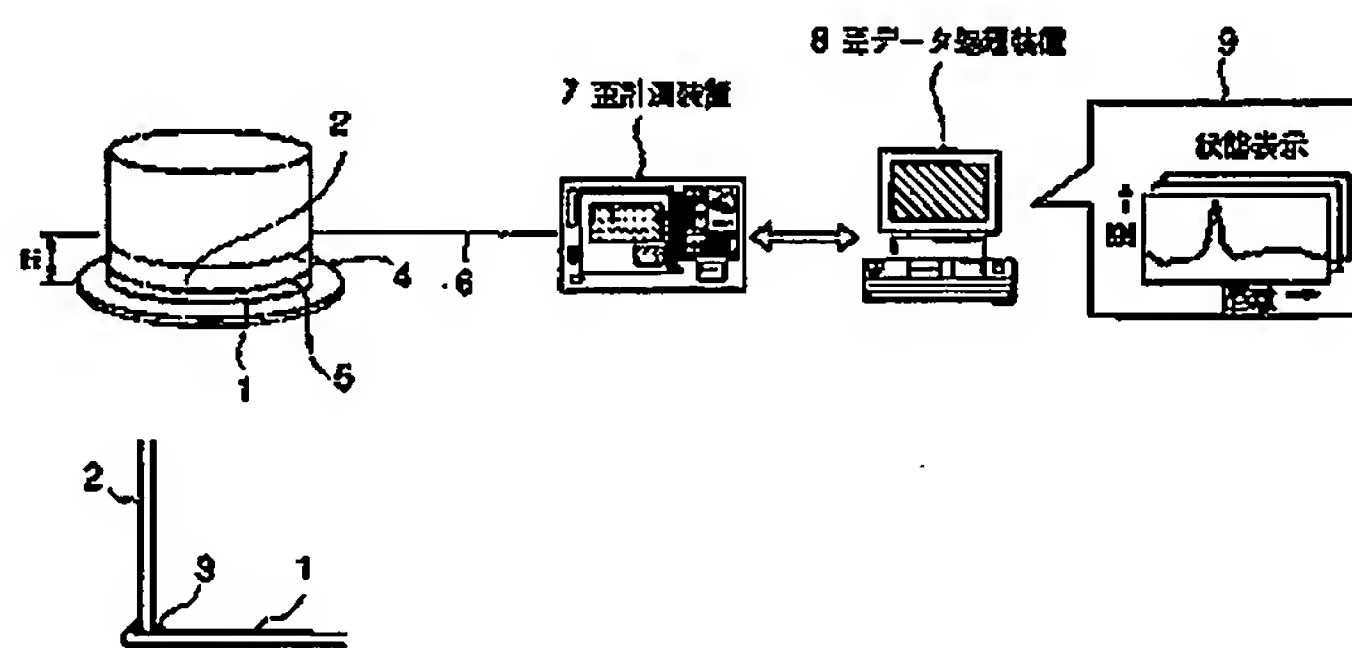
【図3】 貯蔵タンクの底端板下基礎陥没幅、側板外周の高さ位置及び周方向歪の関係を有限要素法によって計算した結果を示すグラフである。

【図4】 貯蔵タンクの底端板に対する側板の傾き角と側板外周の周方向歪との関係を有限要素法によって計算した結果を示すグラフである。

【符号の説明】

- |   |            |
|---|------------|
| 1 | 底端板        |
| 2 | 側板         |
| 3 | 底端板と側板の接合部 |
| 4 | 光ファイバ      |
| 5 | 光ファイバ      |
| 6 | 光ファイバ      |
| 7 | 歪計測装置      |
| 8 | 歪データ処理装置   |
| 9 | 状態表示       |

【図1】

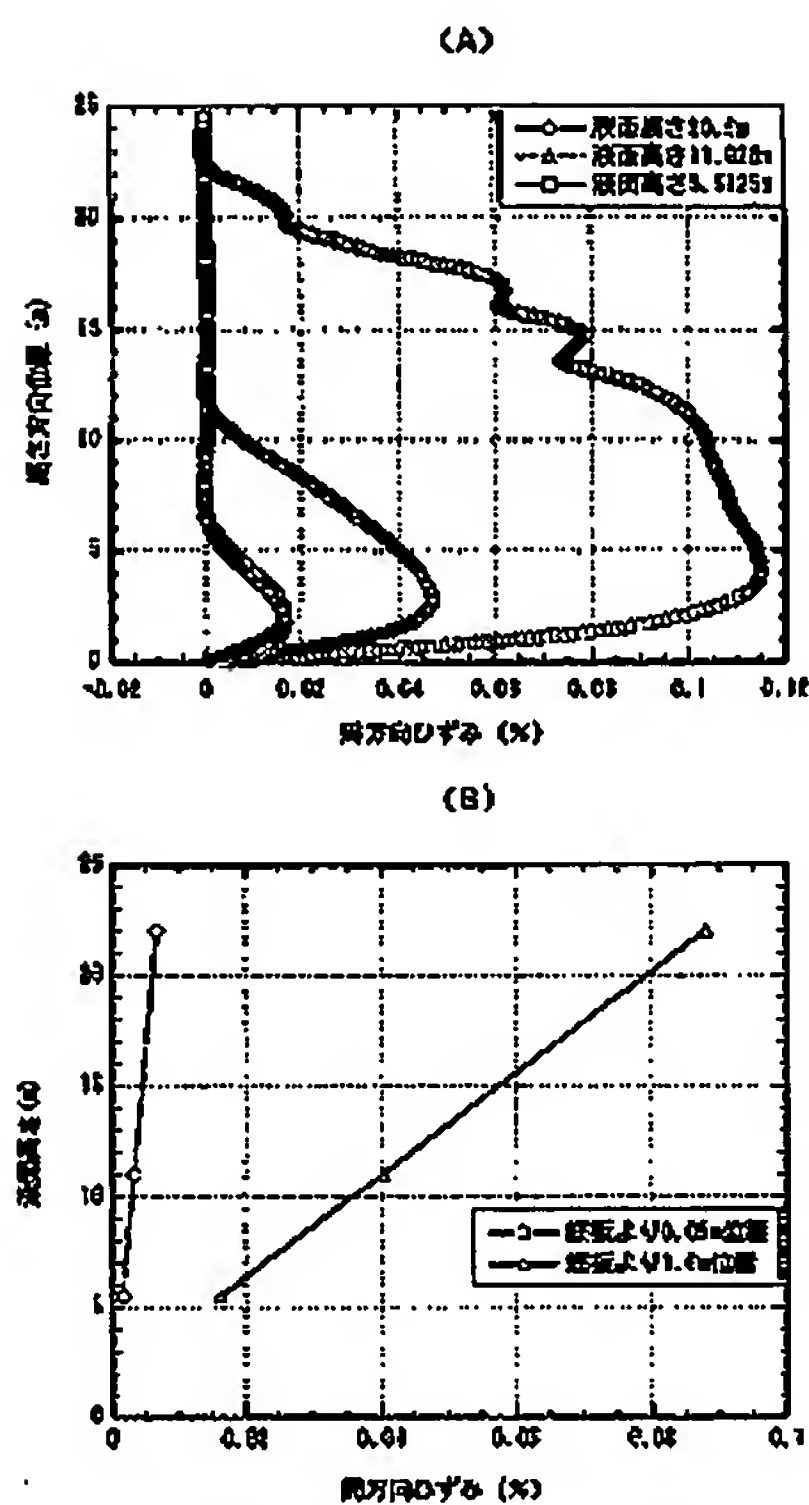




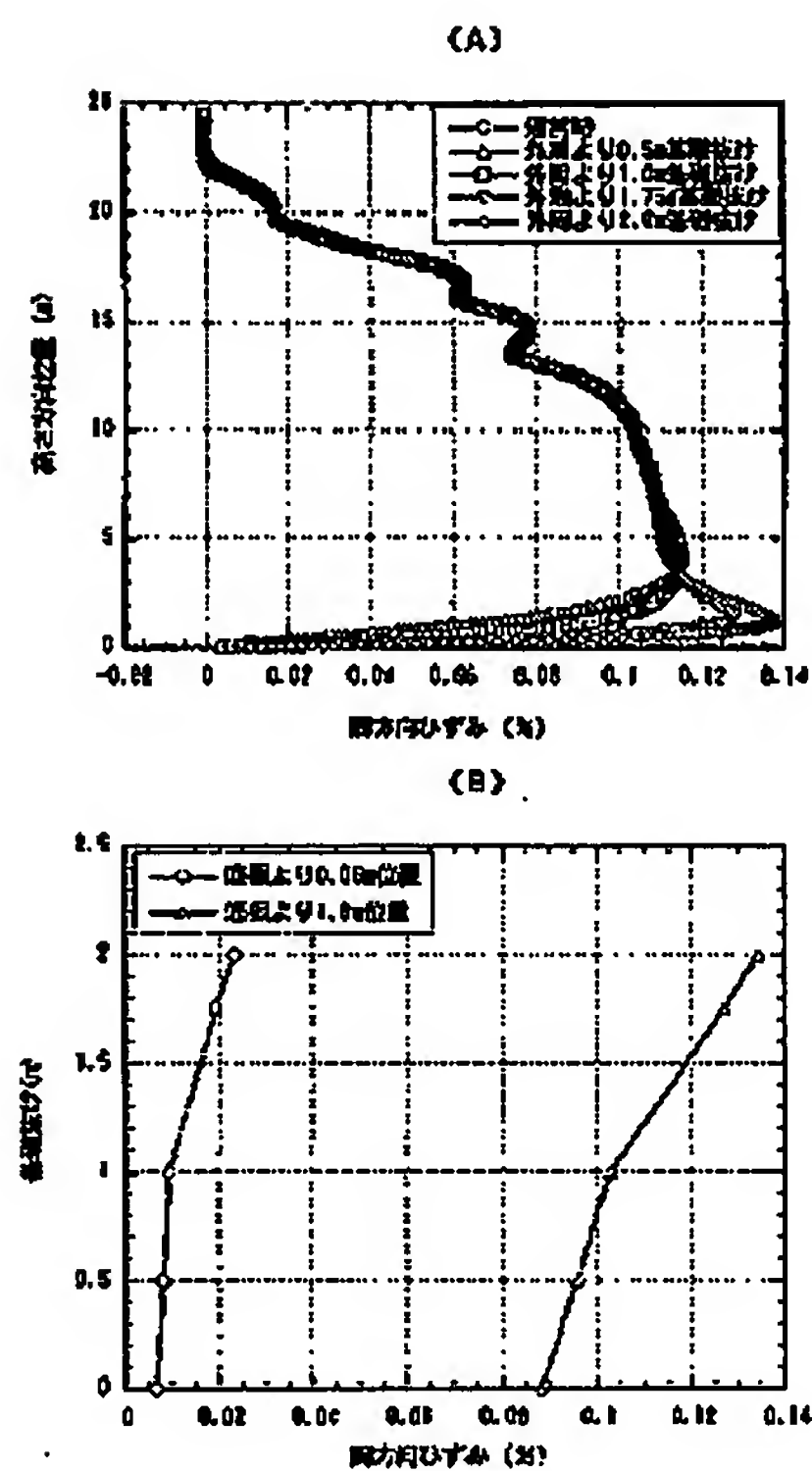
(5)

特開2002-340741

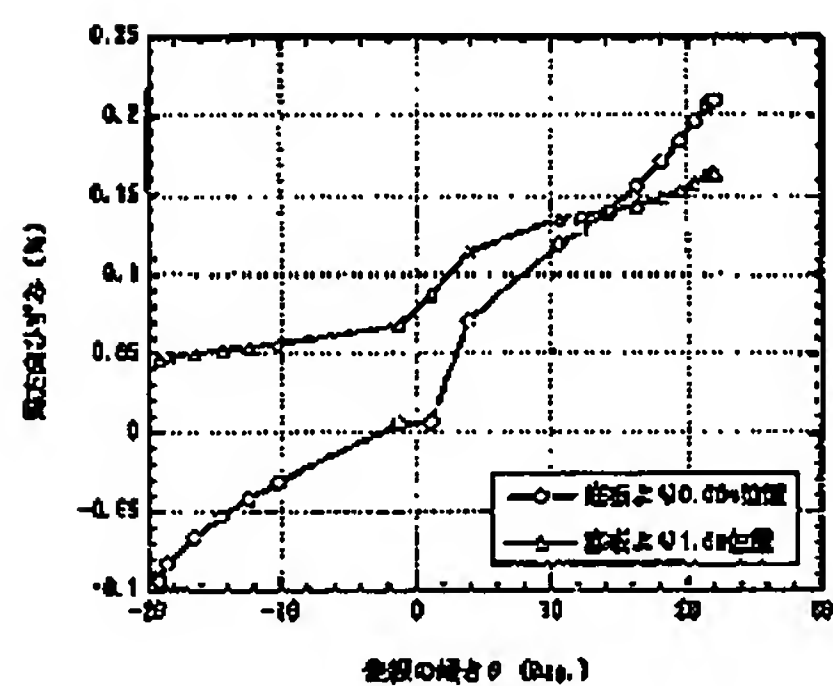
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

G08C 15/06

識別記号

F I

G08C 15/06

フーワード (参考)

K



(7)

特開2002-340741

(72)発明者 井上 好章  
 長崎市深堀町五丁目71番1号 三菱重工  
 業株式会社長崎研究所内

(72)発明者 井上 克明  
 長崎市深堀町五丁目71番1号 三菱重工  
 業株式会社長崎研究所内

(72)発明者 越後 武彦  
 東京都新宿区西新宿五丁目1番14号 北海  
 道石油共同備蓄株式会社内

(72)発明者 南 義彦  
 東京都新宿区西新宿五丁目1番14号 北海  
 道石油共同備蓄株式会社内

Fターム(参考) 2F065 AA01 AA49 AA65 BB08 CC06  
 CC14 FF41 GG04 GG08 LL67  
 PP01

2F073 AA22 AB07 BB06 BC04 CC02  
 CD24 DD04 GG01 GG09

2F103 BA19 CA06 CA07 EB02 EC09  
 GA15

2G024 AD38 BA21 CA30 FA06  
 2G086 DD05

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**